

(Aus der II. Medizinischen Abteilung des Bürgerspitals, Basel
[Chefarzt: Prof. Dr. H. Ludwig].)

Das Verhalten des Blutdruckes im höheren Alter

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

Vorgelegt von

Paul Holenstein

von Kirchberg (St. Gallen)



VERLAG VON S. KARGER IN BASEL

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. H. Ludwig.

Tag der Promotion: 22. Dezember 1955.



Sonderdruck aus Cardiologia, Vol. 29, Nr. 1, 1956.

I. LITERATURÜBERSICHT.

Bis in die neueste Zeit finden wir in den meisten Arbeiten die Ansicht vertreten, daß der Blutdruck normalerweise mit zunehmendem Alter ansteige. Diese Ansicht resultiert vor allem aus Statistiken, die zeigen, daß der arithmetische Mittelwert des Blutdruckes in jüngeren Altersklassen niedriger ist als in höheren, wobei der Grundsatz, bei diesen Methoden der Statistik nur mit homogenem Material zu arbeiten, nicht beachtet wurde.

Am Anfang dieses Jahrhunderts berücksichtigten die Autoren meist nur das Verhalten der systolischen Blutdruckwerte. In den neueren Arbeiten werden sowohl die systolischen wie auch die diastolischen Werte betrachtet, wobei aber auch hier oftmals dem Verhalten des systolischen Druckes mehr Beachtung geschenkt wird.

1. Das Verhalten des systolischen Blutdruckes mit steigendem Alter.

a) Beobachtung an kleinen Kollektiven.

In den älteren Arbeiten wurden die systolischen Mittelwerte sehr kleiner Gruppen miteinander verglichen. Vielfach erfolgte nicht einmal eine gesonderte Betrachtung der Werte bei Männern und Frauen.

So untersuchte 1909 *Tavastsjärna* 129 Leute im Alter von 10—91 Jahren. Bei den Jungen handelte es sich um gesunde Individuen, bei den Greisen fanden sich häufig Kreislaufstörungen. Es ergab sich ein Ansteigen des systolischen Mittelwertes von 116 mm Hg bei den 22jährigen auf 199 mm Hg bei der Altersgruppe von

71—80 Jahren. Der Autor konnte jedoch die jüngere Altersgruppe von 58 Individuen nur mit 7 Individuen der älteren Gruppe vergleichen.

Scheel betrachtete 1908 die systolischen Mittelwerte bei 175 Personen von 20—90 Jahren gesondert nach Geschlecht. Er fand bis zur Altersgruppe von 61—70 Jahren einen unveränderten Blutdruck von 114 mm Hg bei den Männern und von 105 mm Hg bei den Frauen. Die Beobachtung, daß die Frauen bis zum 70. Altersjahr einen niedrigeren systolischen Druck aufweisen als die Männer, finden wir in späteren Arbeiten nirgends mehr. *Scheel* stellte dann einen leichten Anstieg des Mittelwertes auf 132 mm Hg bei den Männern und 135 mm Hg bei den Frauen in der Altersklasse von 81—90 Jahren fest.

Aus einem etwas größeren Material stammen die Resultate von *Woley* 1910, der 1000 gesunde Leute im Alter von 15—65 Jahren untersuchte. Auch er stellte ein eindeutiges Ansteigen der systolischen Durchschnittswerte von 122 mm Hg bei den 15—30jährigen auf 138 mm Hg bei den 55—65jährigen fest. Werte über 160 mm Hg systolisch betrachtete er als pathologisch, da sich meist klinische Befunde erheben ließen.

Hitzenberger stellte 1921 bei Untersuchungen über das Verhalten des Blutdruckes bei Diabetes mellitus bei normalen Vergleichspersonen ein Ansteigen der Werte mit dem Alter fest. Es zeigten nämlich von 128 Individuen im Alter von 21—30 Jahren nur 6% Werte über 140 mm Hg, von 117 Leuten im Alter von 41—50 Jahren 28% solche Werte und von 39 alten Leuten über 60 Jahren 67% einen systolischen Wert über 140 mm Hg. Bei Diabetes mellitus waren die Werte höher.

Das Resultat der Messungen *Hitzenberger's* bei jungen Individuen deckte sich mit dem Resultat *Kylin's*, der 1926 bei Messungen an 300 Rekruten nur 5% mit Werten über 140 mm Hg fand.

Hahn betonte 1924 bei Messungen an 368 Personen das stärkere Ansteigen der systolischen Durchschnittswerte bei Frauen mit zunehmendem Alter. Der Anstieg erfolgte sprunghaft im Alter zwischen 40 und 50 Jahren. 25 Frauen im Alter von 30—40 Jahren zeigten einen systolischen Mittelwert von 126 mm Hg, während 39 Frauen im Alter von 40—50 Jahren bereits einen Wert von 146 mm Hg im Mittel aufwiesen. In der nächsten Altersgruppe von 50—60 Jahren betrug das Mittel 172 mm Hg gegenüber einem Durchschnitt von 160 mm Hg bei den gleichaltrigen Männern.

Wenn auch bei diesen älteren Arbeiten nur Beobachtungen an kleinen Gruppen gemacht wurden, so weichen die Resultate doch grundsätzlich nicht ab von den Resultaten, die durch Bearbeitung viel größerer Kollektive erhalten wurden.

b) *Beobachtung an großen Kollektiven:*

Schon früh wurden in den USA große Statistiken über das Verhalten des systolischen Blutdruckes mit zunehmendem Alter durch Versicherungsgesellschaften, Schulen, Armee, Industrie, Gesundheitsdienst usw. ausgeführt. Dabei ergaben sich aus den Arbeiten von *Fisher*, *Diehl*, *Britten* und in jüngster Zeit vor allem bei *Master* schon im 60. Lebensjahr relativ hohe arithmetische Mittelwerte des systolischen Blutdruckes, weshalb auch *Master* höhere und weitere Normgrenzen für die systolischen Blutdruckwerte forderte. Dagegen zeigten auch schon früh die Arbeiten von *Symonds*, *Hunter*, *Alvarez* und später diejenigen von *Boynnton* und *Robinson* nur einen schwachen Anstieg des arithmetischen Mittelwertes des systolischen Blutdruckes mit dem Alter. Auf Grund ihrer Arbeiten sprachen sich deshalb vor allem *Symonds* und *Robinson* gegen ein physiologisches Ansteigen des Blutdruckes mit zunehmendem Alter aus.

Fisher publizierte 1927 eine Statistik von 65 000 Versicherungsfällen, bei denen er einen Anstieg des systolischen Mittelwertes von 131 mm Hg bei den 20jährigen auf 151 mm Hg bei den 65jährigen feststellte.

Denselben Mittelwert bei 20jährigen erhielt *Alvarez* 1923 bei Untersuchungen an 6000 Studenten. Der systolische Blutdruck blieb bis zum 50. Lebensjahr konstant. Bei 8934 Studentinnen zeigten sich im 20. Altersjahr niedrigere Werte mit einem Mittel von 117 mm Hg, doch stiegen bei den Frauen die Werte bis zum 40. Lebensjahr langsam an, jenseits dieses Alters fand sich ein sprunghaftes Ansteigen des systolischen Druckes bei Frauen.

Diehl fand 1925 bei 5122 Studenten dieselben Mittelwerte und dasselbe Verhalten des systolischen Druckes bis zum 40. Altersjahr.

Britten und *Thompson* untersuchten 1926 10 000 Industriearbeiter und stellten fest, daß mit 20 Jahren 5% einen Druck über 150/90 mm Hg haben, mit 60 Jahren aber 40%.

Symonds stellte 1923 eine Arbeit von 150 419 Männern und 11 937 Frauen, alles Versicherungseintritte, zusammen. Er fand in

der Altersklasse von 20—30 Jahren bei den Männern einen systolischen Mittelwert von 124 mm Hg und bei den über 60jährigen einen solchen von nur 135 mm Hg. Die Frauen zeigten bis zum 40. Lebensjahr 1—2 mm Hg tiefere, dann um 1—2 mm Hg höhere Werte. Ferner zeigte der Autor, daß die Mortalität bei Werten von über 145 mm Hg systolisch eine sichere Zunahme erfährt, unabhängig vom Alter. Er postulierte deshalb als obere Grenze der Norm für systolische Werte 145 mm Hg und verneint ein Ansteigen des Blutdruckes im Alter.

Zum selben Ergebnis kamen 1925 *Hunter* und *Forst*, die 250 000 Versicherungsfälle untersuchten. Der systolische Mittelwert stieg von 120 mm Hg bei 20jährigen nur schwach an auf 135 mm Hg bei den 60jährigen.

Über 6000 Gefangene im Alter von 20—84 Jahren berichteten 1930 *Alvarez* und *Stanley*. Der systolische Durchschnitt nahm von 117 mm Hg bei den Gefangenen von 20—29 Jahren auf 135 mm Hg bei der Gruppe über 60 Jahren zu. Dazu stellten sie fest, daß der Prozentsatz der Gefangenen mit Werten über 140 mm Hg von 20—40 Jahren konstant blieb, und daß auch von 60—84 Jahren nur 36% einen solchen Wert aufwiesen. Sie schlossen daraus, daß ein systolischer Druck von über 140 mm Hg sowohl in der Jugend wie im Alter als abnorm zu betrachten sei. Die Autoren machten, im Gegensatz zu anderen Arbeiten jener Zeit, einen sehr klaren Unterschied zwischen dem arithmetischen Mittelwert und dem häufigsten Wert, wobei letzterer im Alter weit weniger anstieg, nämlich von 114 mm Hg bei den 20—29jährigen auf 121 mm Hg bei den über 60jährigen.

In den letzten 15 Jahren versuchten amerikanische Autoren mittels großer Statistiken über Blutdruckmessungen die Normgrenzen für den Blutdruck neu festzulegen. Die allermeisten Autoren sind der Ansicht, daß höhere und weitere Normgrenzen für den systolischen Blutdruck angenommen werden müßten. Denn eine große Anzahl von Leuten zeigen mit zunehmendem Alter höhere systolische Werte als der amerikanische Durchschnitt, ohne Zeichen subjektiver und klinischer Krankheitsbefunde und mit einer Lebenserwartung, die derjenigen der älteren Individuen ohne höheren Blutdruck entspricht. Doch auch diese Arbeiten vergleichen arithmetische Mittelwerte jüngerer Altersklassen mit solchen älterer Klassen, wodurch wieder im höheren Alter mit inhomogenem Material gearbeitet wurde.

Master und seine Mitarbeiter untersuchten 1950 74 000 Männer und Frauen, Neger und Weiße aus allen Berufsklassen der Industrie im Alter von 16—65 Jahren, die weder subjektiv noch klinisch Krankheitszeichen aufwiesen. Als Norm bezeichneten die Autoren den Bereich: Mittelwert $\pm$ S, wobei S die Standardabweichung ist und dieser Bereich $\frac{2}{3}$ der Untersuchten enthält. Als sicher pathologisch wurden Werte über $+ 2$ S betrachtet. Mit dem Alter stiegen nun die Mittelwerte sowie die Standardabweichungen, also auch die daraus abgeleiteten Normwerte! Bei der Gruppe von 20—24 Jahren betrugen die Werte 122 ± 15 mm Hg und in der Gruppe von 60—64 Jahren 142 ± 21 mm Hg. Es werden also mit 60 Jahren erst Werte über 184 mm Hg als sicher pathologisch betrachtet.

Gover stellte 1948 im Auftrage des Public Health Service das Resultat einer Untersuchung von 11 490 Bauern in allen Altersklassen zusammen. Auch hier stiegen die systolischen Durchschnittswerte an, besonders nach dem 40. Lebensjahr. Bei Frauen und bei Negern war der Anstieg stärker. Mit dem Mittelwert stieg auch die Standardabweichung an. Ein starkes Ansteigen des systolischen Blutdruckes im Alter wurde als normal betrachtet.

1947 untersuchte *Browne* die Blutdruckverhältnisse bei 2000 Frauen in den verschiedenen Altersklassen. Bei den 20—29jährigen Frauen, die noch nicht geboren hatten, betrug der systolische Mittelwert 119 mm Hg, bei den Frauen, die geboren hatten, 122 mm Hg. Mit höherem Alter wurden höhere Mittelwerte gefunden, nämlich für Frauen über 50 Jahren, die geboren hatten, 155 mm Hg, für solche, die nicht geboren hatten, 152 mm Hg.

Bei ihrer ausführlichen Arbeit über die Ätiologie der essentiellen Hypertonie 1954 untersuchten *Hamilton, Pickering, Fraser* und *Sowry* bei 1204 Frauen und 827 Männern im Alter von 10—85 Jahren auch das Verhalten des arithmetischen Mittelwertes des systolischen Blutdruckes. Sie fanden ein Ansteigen von 123 mm Hg bei 20jährigen Männern auf 127 mm Hg bei 60jährigen und auf 174 mm Hg bei 80jährigen. Bei den Frauen stiegen die Werte von 119 mm Hg bei den 20 Jahre alten auf 159 mm Hg bei den 60jährigen und auf 198 mm Hg bei den 60 Jahre alten Frauen. Die Autoren untersuchten auch die Verwandten von Hypertonikern und stellten bei diesen in allen Altersklassen einen höheren arithmetischen Mittelwert fest als bei Verwandten von Leuten mit normalem Blutdruck.

Zu einem etwas abweichenden Resultat kamen 1947 *Boynton* und *Todd*, die an der Universität von Minnesota Blutdruckuntersuchungen an 43 000 Männern und 31 458 Frauen vornahmen. Sie fanden ein Ansteigen der systolischen Durchschnittswerte bei den Frauen von 111 mm Hg bei den 20jährigen, auf 125 mm Hg bei den 40jährigen. Bei den Männern jedoch wurde kein Anstieg festgestellt, der Mittelwert blieb in beiden Altersgruppen 123 mm Hg. Der häufigste Wert war stets etwas niedriger, verhielt sich aber sonst gleich wie der Mittelwert.

Robinson und *Brucer* stellten 1939 die Behauptung auf, daß der Blutdruck mit zunehmendem Alter nicht ansteige. Sie beobachteten bei Versicherungsroutineuntersuchungen 11 383 Männer und Frauen, die keine Krankheitszeichen aufwiesen, im Alter von 20—80 Jahren. Sie erhielten weniger hohe Mittelwerte als die anderen Autoren: $\frac{2}{3}$ aller Untersuchten hatten einen Druck unter 125 mm Hg. Auch sie erhielten vorerst, beim Betrachten des gesamten Materials, einen Anstieg des Durchschnittes mit dem Alter. Eliminieren sie jedoch alle offensichtlich erhöhten Werte — d. h. systolische Werte über 140 mm Hg —, so konnten sie keinen Anstieg des systolischen Mittelwertes mit steigendem Alter mehr feststellen. (Sie mußten so 13% aller systolischen Werte eliminieren, wobei es bis 40% in den höheren Altersstufen waren.) Ihre Durchschnittswerte betrugen auf diese Weise unter 120 mm Hg systolisch. Die Autoren kamen auf Grund dieser Tatsache und auch der Feststellung, daß der häufigste Wert in der totalen Gruppe tiefer war als der Mittelwert dieser Gruppe, jedoch in der gesäuberten Gruppe diese Werte fast identisch waren und es mit zunehmendem Alter blieben, zum Schluß, der Grenzwert der Norm sei für alle Altersklassen gleich und betrage 120 mm Hg systolisch. Die Autoren versuchten auf diese Art der Forderung, homogenes Material zu untersuchen, gerecht zu werden. Doch scheint dabei der Wert zur Elimination willkürlich gewählt zu sein, vor allem auf Grund von Mortalitätsstatistiken und der Beobachtung, daß Leute mit Werten über 140 mm Hg später vermehrt an Hypertonien erkranken.

Aus allen diesen Beobachtungen über das Verhalten der systolischen Blutdruckwerte an großen wie auch an kleinen Kollektiven geht hervor, daß die arithmetischen Mittelwerte des systolischen Blutdruckes mit zunehmendem Alter ansteigen. Mit dem 20. Altersjahr werden immer Werte zwischen 110—130 mm Hg

gefunden, wobei allgemein der Mittelwert bei den Frauen tiefer liegt. Dann zeigt sich ein schwacher Anstieg bis zum 40. Lebensjahr. Nun erfolgt ein stärkeres Ansteigen der Werte bei den Männern und eine sprunghafte Erhöhung bei den Frauen, so daß mit 60 Jahren der arithmetische Mittelwert der Frauen wesentlich höher liegt. Doch weichen bei den einzelnen Autoren die Angaben über diese Werte und ihr Verhalten jenseits des 40. Lebensjahres beträchtlich voneinander ab. Über das Verhalten des Blutdruckes im höheren Alter wurden von denselben und anderen Autoren in weiteren Arbeiten berichtet, auf die noch eingegangen wird.

2. Das Verhalten des diastolischen Blutdruckes mit steigendem Alter.

Über das Verhalten des diastolischen Blutdruckes liegen sehr widersprechende Ergebnisse vor. Die einen Autoren, so *Saller*, *Boynton*, *Browne*, *Peters* und *Master*, finden ein Ansteigen des arithmetischen Mittelwertes des diastolischen Blutdruckes und schließen daraus, daß auch der diastolische Druck im Alter physiologischerweise höher sei als in der Jugend. Andere Autoren, wie *Symonds* und *Robinson*, finden ein Konstantbleiben des diastolischen Druckes durch alle Altersklassen, während die Untersuchungen von *Russek* und *Miller* sogar ein Sinken des arithmetischen Mittelwertes mit dem Alter ergeben.

In den ältesten Arbeiten wurde der diastolische Wert meist nicht berücksichtigt, so daß die meisten Resultate von Untersuchungen größerer Kollektive stammen.

In der Arbeit von *Saller* 1928 finden wir bei Blutdruckmessungen an 12 579 Poliklinikpatienten einen Anstieg der diastolischen Mittelwerte von 72 mm Hg bei 21—23jährigen Männern auf 78 mm Hg bei über 60jährigen, und von 70 mm Hg bei 20jährigen Frauen auf 89 mm Hg bei über 60 Jahre alten Frauen. Der Anstieg der diastolischen Mittelwerte ist geringer als der Anstieg des systolischen Durchschnittes, woraus sich im Alter eine größere Blutdruckamplitude ergibt. *Saller* betrachtete ein Ansteigen der Blutdruckwerte mit steigendem Alter als normal.

Peters, der 1925 zum ersten Male versuchte, eine Formel aufzustellen, um die Norm des Blutdruckes zu fassen, untersuchte dazu 1500 Männer und Frauen ohne Hypertonie im Alter von 20—70 Jahren. Auf Grund der systolischen Mittelwerte und der

oberen und unteren systolischen Grenzwerte stellte er folgende Beziehungen auf:

Normaler systolischer Druck = $90 + A/2$ bis $130 + A/2$, wobei $A = \text{Alter}$ bedeutet. Er untersuchte nur das Verhalten der systolischen Werte und nahm einfach an, daß die diastolischen Werte von den systolischen abhängig seien, so daß die Beziehung bestehe: $S/2$ bis $S/2 + 30 = \text{diastolische Norm}$.

Da seine normalen systolischen Werte mit dem Alter ansteigen, müssen es die davon abhängigen diastolischen auch.

Boydton und *Todd* fanden bei ihrer Untersuchung einen Anstieg des diastolischen Mittelwertes schon in jüngeren Jahren, nämlich von 74 mm Hg bei Männern und 70 mm Hg bei Frauen von 20 Jahren auf 81 mm Hg bei Männern und 79 mm Hg bei Frauen im Alter von über 40 Jahren. Die diastolischen Werte stiegen bei ihnen, besonders bei den Männern, stärker an als die systolischen.

Ebenfalls einen starken Anstieg der diastolischen Mittelwerte ergaben die Messungen von *Browne* bei 2000 Frauen von 76 mm Hg im Alter von 20—29 Jahren auf 92 mm Hg im Alter von über 50 Jahren, wobei kein Unterschied bestand zwischen Nulliparae und Frauen, die schon geboren hatten.

Einen Anstieg der diastolischen Durchschnittswerte zeigte auch die Zusammenstellung von *Gover*, wobei auch hier die Frauen einen viel stärkeren Anstieg aufwiesen als die Männer.

Hamilton, *Pickering*, *Fraser* und *Sowry* stellten in ihren Arbeiten ein lineares Ansteigen des arithmetischen Mittelwertes des diastolischen Blutdruckes mit zunehmendem Alter fest. Bei den Männern stieg der diastolische Druck von 74 mm Hg mit 20 Jahren auf 88 mm Hg mit 60 Jahren und auf 91 mm Hg mit 80 Jahren, bei den Frauen in den entsprechenden Altern von 72 auf 92 und 97 mm Hg.

Den neuen Normgrenzen, die *Master* für die systolischen Werte aufstellte, fügte er nach den gleichen Überlegungen auch neue Normgrenzen für die diastolischen Werte bei. Da bei seinen Untersuchungen die diastolischen Mittelwerte und ihre Standardabweichungen mit zunehmendem Alter ansteigen, betrachtete er auch ein Größerwerden der diastolischen Werte im Alter als physiologisch. Er erhielt als Mittelwert bei 20—24jährigen Männern 76 ± 10 mm Hg und bei gleichaltrigen Frauen 72 ± 10 mm Hg, bei den 60—64jährigen Männern $84,5 \pm 12$ mm Hg und bei den

Frauen im entsprechenden Alter 85 ± 13 mm Hg. Der Anstieg erfolgte bei beiden Geschlechtern kontinuierlich. Im Gegensatz zu *Saller* und *Gover* ist der diastolische Durchschnitt bei den älteren Frauen nicht höher als bei den Männern.

In der Versicherungsstatistik von *Symonds* fand sich ein schwacher und kontinuierlicher Anstieg der diastolischen Durchschnittswerte mit zunehmendem Alter. Bei den Männern von 20 bis 29 Jahren betrug der Wert 81 mm Hg und bei den über 60-jährigen 87 mm Hg. Bei den Frauen waren die Mittelwerte 1 mm Hg tiefer bis zum 40. Lebensjahr, dann 10 Jahre lang gleich hoch wie bei den Männern und von 50 Jahren an 1—2 mm Hg höher. Bei Werten über 95 mm Hg diastolisch stellte der Autor eine eindeutige Zunahme der Sterblichkeit in allen Altersklassen fest, weshalb er diesen Wert als obere Grenze der Norm für den diastolischen Druck bezeichnete, unabhängig vom Alter.

Bei *Robinson* und *Brucer* nahmen die Mittelwerte der diastolischen Drucke bei Männern vom 20. bis zum 65. Altersjahr nur um 7 mm Hg zu, während der häufigste Wert um 2 mm Hg abnahm. Bei den Frauen jedoch stiegen beide Werte um 15 mm Hg an. Die Autoren eliminierten, nach denselben Gesichtspunkten, wie sie alle systolischen Werte über 140 mm Hg ausschlossen, auch alle diastolischen Werte über 80 mm Hg, worauf bei den Männern und Frauen durch alle Altersgruppen die Mittelwerte zwischen 70 und 75 mm Hg schwankten, also keine Zunahme mehr zeigten, und die häufigsten Werte sich gleich verhielten.

Sehr stark war bei *Robinson* und *Brucer* der Anstieg der diastolischen Durchschnitte bei den Frauen, von 65 mm Hg bei den 20jährigen, auf 81 mm Hg bei den 65jährigen, der vor allem auf dem niedrigen Mittelwert bei den Jugendlichen beruhte. Weder bei *Gover*, *Master*, *Boynton*, *Saller*, *Symonds* noch anderen Autoren fanden sich solch niedrige Durchschnitte in der Jugend.

Nur bei *Eggler* finden sich in einer Dissertation von 1944 über Blutdruckmessungen bei Frauen im Alter von 15—25 Jahren und von 25—35 Jahren diastolische Mittelwerte von 67 mm Hg, die bei den Frauen über 50 Jahren auf 74 mm Hg anstiegen. Bei den Männern stieg der diastolische Druck in den entsprechenden Altersklassen von 70 auf 75 mm Hg.

Russek und seine Mitarbeiter kamen auf Grund ausführlicher Arbeiten 1943—1948 zum Schluß, daß der diastolische Druck mit zunehmendem Alter nicht ansteige. Sie untersuchten 5331 See-

leute im Alter von über 40 Jahren, trennten sie in Gruppen von Normotonikern und Hypertonikern, wobei sie als Grenzwert der Norm 145/90 mm Hg annahmen. Diese Annahme beruht auf einer kleinen Mortalitätsstatistik von 1000 Seeleuten. Die erwartete Mortalität wurde nur bei diastolischen Hypertonien über 95 mm Hg übertroffen, während sie bei Werten von 140/90 mm Hg und bei systolischen Hypertonien unter der Erwartung blieb. *Russek's* Ergebnisse wichen insofern von denjenigen anderer Autoren ab, als er wohl einen Anstieg des systolischen Durchschnittes mit steigendem Alter feststellte, sowohl bei den Normotonikern als auch bei den Hypertonikern, aber einen Abfall der diastolischen Mittelwerte bei den Normotonikern als auch bei den Hypertonikern ein Gleichbleiben dieser Werte. Bei den Leuten mit einer systolischen Hypertonie — gleich systolischen Werten über 145 mm Hg — betrug der diastolische Mittelwert mit 40 Jahren 88 mm Hg, mit 60 Jahren nur noch 83 mm Hg. Bei den Normotonikern betrug der Wert mit 40 Jahren 81 mm Hg, mit 60 Jahren 77 mm Hg. Bei Leuten mit einer diastolischen Hypertonie — gleich Werten über 95 mm Hg — betrug der Durchschnitt mit 40 Jahren 107 mm Hg und mit 60 Jahren 108 mm Hg. Wenn man alle Gruppen zusammenfaßt, so schwanken die diastolischen Mittelwerte zwischen 85—87 mm Hg. *Russek* behauptete daher immer wieder, daß der diastolische Druck mit dem Alter nicht zunehme, normalerweise sogar abnehme und alle höheren diastolischen Werte, ganz sicher aber Werte über 95 mm Hg, als pathologisch angesehen werden müssen. Einen Anstieg des systolischen Druckes mit steigendem Alter jedoch betrachtete auch *Russek* als physiologisch.

Zum selben Resultat wie *Russek* kam auch *Miller* 1941, der 1000 Personen untersuchte.

3. Das Verhalten des Blutdruckes im höheren Lebensalter.

a) Beobachtung an kleinen Kollektiven.

Die Beobachtung über das Verhalten der Blutdruckwerte alter Leute wurde, mit Ausnahme weniger Arbeiten der neuesten Zeit, an kleinen Gruppen ausgeführt. Meist wurden die arithmetischen Mittelwerte des Blutdruckes einzelner Altersgruppen bestimmt und miteinander verglichen.

So untersuchte *Wildt* 1912 250 Individuen im Alter von 60—96 Jahren, ohne in Männer und Frauen zu unterteilen. Bei den 60 bis

65jährigen fand er einen systolischen Durchschnitt von 137 mm Hg und bei den 85—90jährigen einen solchen von 162 mm Hg. Das diastolische Mittel betrug bei der Gruppe von 60—65jährigen Individuen 76 mm Hg, bei den 85—90jährigen 85 mm Hg, doch erfolgte kein kontinuierlicher Anstieg, sondern der Mittelwert war in den einzelnen Altersgruppen bald unter, bald über 80 mm Hg. In der letzten Altersgruppe sanken die systolischen sowie die diastolischen Werte, eine Beobachtung, die auch *Bowes* machte.

Bowes untersuchte 1917 alte Leute zwischen 65 und 94 Jahren, 50 Männer und 100 Frauen. Die systolischen Durchschnittswerte stiegen bei den Männern von 145 mm Hg in der Gruppe von 60 bis 65 Jahren auf 163 mm Hg in der Gruppe von 80—84 Jahren und bei den Frauen von 154 mm Hg auf 183 mm Hg an. Die diastolischen Mittelwerte zeigten weder Anstieg noch Abfall, sondern variierten in den verschiedenen Altersklassen zwischen 80—90 mm Hg.

Auch *Wikner* fand 1923 einen Anstieg der systolischen Mittelwerte bei 192 Greisen von 150 mm Hg bei 60—70jährigen, auf 165 mm Hg bei 70—80jährigen Frauen. Bei den Männern jedoch ließ sich kein Anstieg ermitteln, sondern der Wert betrug bei den 60—70jährigen 150 mm Hg und bei den 70—80jährigen 146 mm Hg.

Richter untersuchte 1925 131 Männer und 34 Frauen im Alter von 60—89 Jahren, wobei er, wie schon *Wikner*, alle Nieren- und Kreislauferkrankten ausschied. Er fand bei den 60—65jährigen (Männer und Frauen sind nicht getrennt) einen systolischen Mittelwert von 138 mm Hg und bei den 85—89jährigen einen solchen von 161 mm Hg. Die diastolischen Durchschnitte sanken, und zwar von 74 mm Hg auf 67 mm Hg in den entsprechenden Altersgruppen. Es erfolgte dieses Sinken nicht kontinuierlich, doch waren bis zum 70. Altersjahr die Werte über 70 mm Hg, nachher unter 70 mm Hg. Die einzelnen miteinander verglichenen Altersgruppen waren sehr klein, ihre Zahl betrug zwischen 10—50 Individuen pro Klasse, wie dies auch bei den anderen zitierten Autoren der Fall war, so daß, vor allem das verschiedene Verhalten der diastolischen Werte, auf Zufälligkeiten beruhen kann.

Auch *Laubry* untersuchte 1930 nur eine kleine Anzahl von 50 Leuten über 65 Jahren, wobei er bei den Gruppen von 65—75 und 75—85 Jahren keinen Unterschied im Verhalten des Blutdruckes feststellen konnte.

Willius und *Smith* stellten bei 381 Patienten von über 70 Jahren 1932 einen sehr hohen Prozentsatz von Individuen fest, die über 140 mm Hg systolischen Blutdruck aufwiesen, nämlich 74%, und etwas weniger, die einen diastolischen Wert von über 90 mm Hg aufwiesen, nämlich 37%.

Lewis fand 1938 bei 100 Männern im Alter von 40—89 Jahren einen kontinuierlichen Anstieg des systolischen Mittelwertes von 115 mm Hg auf 158 mm Hg bei einem variablen Verhalten des diastolischen Mittelwertes.

Auch *Aaltonen* erhielt 1939 einen systolischen Mittelwert für 80 Greise von 80—93 Jahren von 159 mm Hg, betonte aber, daß es sich um Patienten handelte mit Einschluß von Herz- und Nierenkranken.

Allen diesen Arbeiten gemeinsam ist das Ergebnis, daß selbst mit fortschreitendem Alter von über 60 Jahren die systolischen Mittelwerte ansteigen. Über das Verhalten des arithmetischen Mittelwertes des diastolischen Blutdruckes liegen verschiedene Resultate vor. Dies kann einerseits an den Ungenauigkeiten und Zufälligkeiten infolge des Vergleiches sehr kleiner Kollektive liegen, andererseits zeigen aber auch die Arbeiten an größeren Kollektiven im höheren Alter dieselben voneinander abweichenden Ergebnisse.

b) *Beobachtung an großen Kollektiven.*

Master und seine Mitarbeiter führten bei 15 000 Werk tätigen, Altersheiminsassen und Spitalpatienten über 40 Jahren Blutdruckmessungen durch. Die Autoren, die von einer oberen Normgrenze von 140/90 mm Hg ausgingen, stellten einen hohen Prozentsatz von Individuen fest, die höhere Werte zeigten. Mit 50—59 Jahren hatten 60% der Männer und 72% der Frauen höhere Werte, mit 80—89 Jahren 78% der Männer und 83% der Frauen. Wenn sie das Verhalten der systolischen Werte gesondert betrachteten, wiesen 30% der Männer mit 50—59 Jahren Werte über 150 mm Hg auf und 43% der Frauen im selben Alter. Bei 80—89 Jahren stieg der Prozentsatz der Männer mit Werten über 150 mm Hg auf 62%, derjenige der Frauen auf 72%. Auch die diastolischen Werte zeigten einen Anstieg. Bei den Männern der 50—59-Jahresgruppe hatten 32% einen diastolischen Druck über 90 mm Hg, bei den Frauen im gleichen Alter 42%. Mit 80—89 Jahren stieg die Anzahl bei den Männern auf 42%, bei den Frauen auf 55%. Wie bei den anderen Arbeiten, die die Autoren über das Blutdruckverhalten

veröffentlichten, schlossen sie auch aus diesen Resultaten, daß der systolische und der diastolische Druck bis ins höchste Lebensalter physiologischerweise ansteige und deshalb höhere und breitere Normgrenzen aufgestellt werden müßten.

Russek und seine Mitarbeiter stellten bei ihren Untersuchungen an 5331 Seeleuten im Alter von 40—95 Jahren ebenfalls einen Anstieg der systolischen Mittelwerte bis ins höchste Lebensalter fest. Das arithmetische Mittel betrug bei den 50—59jährigen 140 mm Hg, bei den 80—95jährigen 161 mm Hg. Ebenso stieg der Anteil der systolischen Hypertonien, d. h. Leuten mit Werten über 145 mm Hg, von 13% auf 45%. Für die diastolischen Mittelwerte fanden *Russek* und seine Mitarbeiter keinen Anstieg, sondern das Mittel betrug bei den 50—59jährigen 87 mm Hg und bei 80—95jährigen ebenfalls 87 mm Hg. Auch der prozentuale Anteil der diastolischen Hypertoniker, d. h. Leuten mit Werten über 95 mm Hg, blieb ungefähr konstant und betrug bei den 50—59 Jahre alten Seeleuten 20% und bei den 80—95 Jahre alten 22%. Dagegen nahm die Zahl der Individuen mit diastolischen Werten unter 70 mm Hg von 4% auf 21% zu. Die Autoren schlossen aus den Ergebnissen, daß der systolische Druck bis ins höchste Alter normalerweise ansteige, der diastolische Druck aber normalerweise im höheren Alter abnehme. Sie führten diese Erscheinung auf einen Elastizitätsverlust der Arterien zurück, der mit Arteriosklerose nicht identisch sei, sondern ein physiologisches Altern der Gefäße darstelle.

Bruck fand 1940 bei 1000 Männern und 1500 Frauen über 50 Jahren, alles Poliklinikpatienten, einen Anstieg der systolischen Mittelwerte. Bei den 50—59jährigen Männern betrug das Mittel 146 mm Hg und bei den Frauen 155 mm Hg. Bei den über 70jährigen stieg das arithmetische Mittel bei den Männern auf 158 mm Hg, bei den Frauen auf 167 mm Hg. Die diastolischen Mittelwerte zeigten keinen Anstieg, sondern variierten bei den Männern zwischen 91—92 mm Hg und den Frauen zwischen 91—97 mm Hg pro Altersklasse. *Bruck* schloß aber aus diesen Resultaten nicht auf einen Anstieg des Blutdruckes mit zunehmendem Alter, sondern nur auf eine zunehmende Streuung im höheren Alter, was er auf andere Weise noch belegte, auf die weiter unten eingegangen wird.

In der Arbeit über die Ätiologie der essentiellen Hypertonie von *Hamilton* u. Mitarb. finden wir einen Anstieg der systolischen Mit-

telwerte bei beiden Geschlechtern, nämlich von 154 mm Hg bei 60 Jahre alten Männern, auf 174 mm Hg bei 80jährigen Männern und von 159 mm Hg bei 60jährigen Frauen auf 198 mm Hg bei 80 Jahre alten Frauen. Die diastolischen Werte zeigen kein kontinuierliches Ansteigen, sondern schwanken bei den Männern von 60—80 Jahren zwischen 82 und 91 mm Hg und bei den Frauen im selben Alter zwischen 92 und 97 mm Hg.

Bei Blutdruckmessungen an 2269 Personen im Alter von 70 bis 93 Jahren, die alle noch fähig waren, ein Auto sicher zu steuern, konnte *Norgaard* 1955 zeigen, daß der systolische Mittelwert bei 70—82jährigen Männern 156 mm Hg betrug und auf 160 mm Hg anstieg bei Männern im Alter von 83—91 Jahren, während der diastolische Druck in den entsprechenden Altersklassen von 89 mm Hg auf 83 mm Hg absank.

4. *Das Verhalten des Blutdruckes bei Beobachtung derselben Individuen während längerer Zeit.*

Einige Autoren veröffentlichten Arbeiten über Beobachtungen des Blutdruckverhaltens bei geschlossenen Gruppen, die sie über Jahre untersuchten.

So publizierte *Jenss* 1934 eine Arbeit über Blutdruckmessungen, die er jährlich seit 1916 an denselben 1139 Offizieren ausgeführt hatte. Für jeden einzelnen Offizier wurde das Ansteigen des jährlichen arithmetischen Mittelwertes des systolischen Blutdruckes vermerkt und ergab bei den 25—29jährigen durchschnittlich $-0,24 \pm 1,17$ mm Hg, bei den 55—59jährigen $+0,49 \pm 1,48$ mm Hg. Die systolischen Mittel zeigten also auch bei dieser älteren geschlossenen Gruppe einen leichten Anstieg. Interessant ist aber die Beobachtung, daß Offiziere, die bei der 1. Messung einen niedrigeren Druck als den Durchschnittswert zeigten, später einen Anstieg ihres systolischen Wertes aufwiesen, während Offiziere mit höheren Werten bei der 1. Messung im allgemeinen eher einen Abfall zeigten. Der Autor schließt daraus, daß mit zunehmendem Alter sowohl ein Anstieg wie ein Abfall des Blutdruckes möglich und als normal zu betrachten sei.

Robinson und *Brucer* beobachteten 500 anfangs Gesunde während 5—10 Jahren. Sie stellten fest, daß je höher der Blutdruck bei einem einzelnen Individuum, um so größer die Differenz der Ergebnisse der einzelnen Messungen war. Leute mit häufigem

Anstieg auf Werte von 130—140 mm Hg fixierten diesen Wert später oder zeigten später noch höhere Werte, während von 200 Individuen mit konstanten Werten unter 120/80 mm Hg nur 2 nach 10 Jahren einen höheren Blutdruck aufwiesen.

Hines (1940) beobachtete 1522 Fälle, 40% Männer und 60% Frauen während 10—20 Jahren. Bei der ersten Messung wiesen alle keine Zeichen einer Hypertonie auf, nur 4,4% hatten einen Druck über 145/90 mm Hg. Je höher nun der Wert der ersten Messung war, um so eher entwickelte sich später eine Hypertonie. Werte über 85 mm Hg diastolisch waren für den Autor vor allem von Bedeutung.

1. Messung		Bei der 2. und 3. Messung zeigten eine Hypertonie	
systolisch	diastolisch	nach 10 Jahren	nach 20 Jahren
unter 140	unter 85	2,3%	4%
unter 140	über 85	24 %	50%
über 140	über 85	60 %	82%
über 140	unter 85	0 %	0%

Der Autor zeigte ferner mittels des Coldpressure-Tests, daß Hyperreaktoren später viel häufiger eine Hypertonie entwickeln als Normoreaktoren oder Hyporeaktoren: 38% der Hyperreaktoren entwickelten innerhalb von 6 Jahren eine Hypertonie gegen 0% der Normalreagierenden. Auch konnte *Hines* zeigen, daß das Ergebnis des Coldpressure-Tests für ein Individuum im ganzen Leben charakteristisch ist, also mit dem Alter keine vermehrte Hyperreaktion zu erwarten sei, und daß so die Hyperreaktion in jedem Alter als Zeichen für eine beginnende Hypertonie oder mindestens einer Prädisposition zur Hypertonie gewertet werden kann.

Dagegen stellten *Russek* und seine Mitarbeiter eine Zunahme der Hyperreaktoren mit steigendem Alter fest, auch unter den Normotonikern (= Leute mit Werten unter 145/95 mm Hg), und zwar von 24% Hyperreaktoren bei 40jährigen auf 56% bei den 70jährigen. Sie betrachteten ein Ansteigen der Hyperreaktion beim Coldpressure-Test im Alter als physiologisch.

Levy und seine Mitarbeiter stellten 1945 als obere Grenze der Norm für Blutdruckwerte in jedem Alter 150/90 mm Hg auf. Sie kamen nicht durch Vergleich von arithmetischen Mittelwerten und den Standardabweichungen zu diesen Ergebnissen, sondern anhand von Untersuchungen an 22 741 Offizieren der US-Army im

Alter von 20—59 Jahren, die sie während 1—25 Jahren beobachten konnten. Sie zeigten, daß Leute mit Werten, die manchmal über 150/90 mm Hg, manchmal darunter lagen, später ganz erheblich mehr Hypertonien entwickelten als Offiziere, die immer Werte unter 150/90 mm Hg aufwiesen. Sie nannten diesen wechselnden Blutdruck «Transitorische Hypertonie» und betrachteten diesen als Hinweis auf eine spätere fixierte Hypertonie. Sie zeigten auch, daß die Mortalität bei transitorisch Hypertonikern höher ist. Die Autoren äußerten sich damit nicht über das Verhalten der Blutdruckwerte mit steigendem Alter, sondern stellten nur eine obere Grenze der Norm für alle Altersstufen fest, und diese nicht auf Grund von Mittelwerten, sondern auf Grund von langjährigen Beobachtungen derselben Leute und dem Verhalten ihres Blutdruckes während dieser Zeit. Doch entwickelte nur der kleinere Teil der transitorischen Hypertoniker später eine wirkliche Hypertonie und auch Leute ohne transitorische Hypertonie entwickelten, wenn auch 3—4mal weniger, ebenfalls Hypertonien. Damit kann der Wert 150/90 mm Hg bei einem Individuum, besonders im Alter, sowohl völlig normal als auch bereits pathologisch sein.

5. *Das Verhalten des Blutdruckes bei anderen Rassen.*

Einige Autoren untersuchten fremde Völker und andere Rassen und das Verhalten des Blutdruckes bei ihnen mit steigendem Alter. Es zeigt sich ganz allgemein, daß Völker mit wenig Zivilisation und niedriger Kulturstufe niedrigere Werte und kein Ansteigen mit dem Alter aufweisen gegenüber Völkern und Rassen höherer Kultur und mehr Zivilisation.

Donnison arbeitete 1929 in Kenya mit 1000 gesunden Negern, Eingeborenen im Alter von 15—80 Jahren. Er stellte sehr niedrige Durchschnittswerte fest sowie ein Abnehmen der systolischen und diastolischen Mittelwerte mit dem Alter. (Durchschnitt mit 20 Jahren 123/80 mm Hg und mit 60 Jahren 106/67 mm Hg.) Ferner konnte er bei 1800 Negern in 2 Jahren Beobachtungszeit keinen Fall von Arteriosklerose oder chronischer Nierenerkrankung feststellen sowie bei den Sektionen selten eine Atheromatose.

Hiernaux untersuchte (1952) junge Männer in Ruanda-Urundi. Er fand bei den verschiedenen Stämmen systolische Mittelwerte, die zwischen 117—128 mm Hg schwankten, während die diastolischen Mittelwerte bei allen Stämmen 73 mm Hg betrugen. Er un-

tersuchte auch die Nahrungsverhältnisse und glaubte, daß die Unterschiede der systolischen Mittelwerte durch die verschiedene Nahrung der einzelnen Stämme bedingt seien.

Morse, Beh und *McGill* untersuchten 1937 400 gesunde Individuen abgeschlossener Stämme Westchinas von 16—70 Jahren. Sie fanden Mittelwerte unter 110/76 mm Hg und ein Konstantbleiben dieser Werte mit zunehmendem Alter.

Dagegen zeigten Statistiken bei zivilisierten Negern in Zentralamerika von *Thonnard* 1930 sowie die Arbeiten von *Master* und *Gover* dieselben Resultate wie bei den Weißen, d. h. die Mittelwerte der Farbigen sind meist noch etwas höher als die der Weißen.

Auch *Ismail* stellte 1928 bei Ägyptern dasselbe fest, und 1928 untersuchte *Akatsukaua* 1314 Männer und 1955 Frauen in Japan von 10—80 Jahren. Er fand eine Zunahme des Blutdruckes mit dem Alter, indem mit 20 Jahren 4% einen Druck über 160/100 mm Hg hatten, im Alter über 70 Jahren jedoch 54% der Männer und 70% der Frauen solche Werte aufwiesen.

Huber konnte 1927 noch zeigen, daß in den Tropen die Weißen im allgemeinen einen niedrigeren Wert zeigen als im gemäßigten Klima.

6. Frequenzkurven.

Daß im Alter das Material immer inhomogener wird und deshalb Mittelwerte jüngerer Altersklassen nicht einfach mit solchen älterer Klassen verglichen werden dürfen, zeigen besonders schön die Frequenzkurven der Blutdruckwerte in den verschiedenen Altersstufen. Überraschenderweise wurde solchen Frequenzkurven nicht besonders viel Beachtung geschenkt.

Zum erstenmal stellten wohl *Thompson* und *Todd* 1922 eine kleine Frequenzkurve auf, wenn auch nur anhand eines kleinen Materials von 102 alten Leuten im Alter von 75—90 Jahren. Sie erhielten eine Streuung der Werte von 120—239 mm Hg systolisch und 29—129 mm Hg diastolisch. Das Maximum der systolischen Werte fand sich im Bereich von 130—149 mm Hg und das der diastolischen Werte bei 70—89 mm Hg. Während die diastolische Kurve nahezu symmetrisch ausfiel, zeigte die systolische einen viel größeren rechten Schenkel. Die Autoren wollten mit ihrer Arbeit keine Gesetzmäßigkeiten nachweisen, doch zeigte sich in ihrer kleinen Arbeit ein typisches Verhalten der Kurven, das sich in späteren, größeren Arbeiten bestätigen sollte.

Saller war 1928 der erste, der anhand von großem Material Frequenzkurven aufstellte. Er sammelte Blutdruckwerte von 12 579 Kreislaufgesunden, 7382 Männern und 5197 Frauen im Alter von 20—89 Jahren. Es handelte sich ausschließlich um ambulante Patienten der Medizinischen Klinik Kiel. Während seine Frequenzkurven für die Altersklasse von 21—23 Jahren symmetrisch verliefen, annähernd einem Binom entsprechend, wurden mit dem Alter die Kurven flacher, nach rechts breiter, also asymmetrischer, der häufigste Wert wurde etwas nach rechts verschoben und in der letzten Altersklasse von 60—70 Jahren war sogar eine Zweigipfligkeit vorhanden. Dabei zeigten die Kurven der Frauen diese Eigenschaften in viel ausgesprochenerem Maße als die der Männer. Die diastolischen Werte hat *Saller* leider nicht graphisch aufgezeichnet, doch zeigte sich aus seinen Tabellen über diese Werte, daß bei den Männern mit zunehmendem Alter eine Rechtsverbreiterung eintrat, die Kurve ebenfalls asymmetrischer wurde, der Gipfel aber immer zwischen 70—80 mm Hg blieb und keine Mehrgipfligkeit auftrat. Bei den Frauen hingegen war neben der Rechtsverbreiterung auch eine Rechtsverlagerung und das Auftreten von Zweigipfligkeit bei den diastolischen Frequenzkurven mit steigendem Alter zu bemerken. *Saller* verglich die Frequenzkurven der Jugend mit denen des Alters, sah, daß sie breiter wurden, und zog daraus den Schluß, daß also auch die Normgrenzen des Blutdruckes mit dem Alter weiter werden, und betrachtete daher z. B. als normale Werte für 68—69jährige Frauen 112—222 mm Hg systolisch und für Männer 86—186 mm Hg. 95% aller seiner Untersuchten fielen so in seinen Normbereich. Doch verglich *Saller* nur die Breite der Frequenzkurven, nicht aber die deutliche Zunahme der Asymmetrie mit dem Alter und die Mehrgipfligkeit, in der nicht nur eine größere Streuung im Alter zum Ausdruck kommt, sondern eine immer mehr zunehmende Inhomogenität. *Saller* zeigte auch ein Ansteigen der Mittelwerte und der Standardabweichungen. Vergleicht man das Ansteigen der Durchschnittswerte mit seinen Frequenzkurven, so sieht man, daß das Ansteigen der Mittelwerte mit dem Alter nicht ein Zunehmen des Blutdruckes mit dem Alter bedeutet, sondern ein Zunehmen der Inhomogenität im Alter.

May machte 1931 eine gleiche Aufstellung anhand von 518 Leuten in allen Altersklassen, gesondert in Kreislaufgesunde und Kreislaufkranke. Da jedoch nur sehr wenig Individuen in die ein-

zelenen Altersklassen fallen, läßt sich keine saubere Frequenzkurve aufstellen, und der Autor stellte nur allgemein fest, daß Werte über 145 mm Hg systolisch in allen Altersklassen bei Kreislaufgesunden selten sind.

Jenss stellte 1934 in seiner Arbeit über die jahrelang beobachteten 1139 Offiziere auch Frequenzkurven auf. Sie zeigten dasselbe wie die Kurven *Saller's*: eine Abflachung mit dem Alter, eine Rechtsverlagerung des Maximums, links einen steilen Anstieg und rechts einen flachen Abfall im Alter, im Gegensatz zur Jugend, wo die Kurven fast symmetrisch verliefen. Der Autor schloß daraus ganz richtig, daß die Inhomogenität mit dem Alter größer werde.

Die gründlichste Arbeit dieser Art publizierte 1940 *Bruck*. Angeregt durch die Ansicht *Neergaard's*, die Ursache der essentiellen Hypertonie sei vor allem der chronisch-katarrhalische Infekt, so daß eine große Streuung der Normwerte im Alter unwahrscheinlich und ein Ansteigen kaum zu erwarten sei, untersuchte *Bruck* Frequenzkurven aller Altersklassen. Der Autor ermittelte zuerst die Frequenzkurven bei 1086 gesunden Studenten anläßlich sportärztlicher Untersuchung. Dabei stellte er eine leichte Asymmetrie fest, indem der linke Schenkel steiler ansteigt und die Kurve rechts leicht verbreitert war. Wenn er diese Kurve in Normalkoordinaten ausdrückte, wich sie von einer Gauß-Normalkurve ab, und der Autor konnte zeigen, daß diese Asymmetrie nicht durch Zufälligkeiten bedingt war, sondern von einer Überlagerung latent pathologischer Fälle herrühren mußte. Er stellte deshalb eine neue Streuungskurve auf, indem er 280 Studenten mittels EKG, Belastung usw. genauer untersuchte, um damit ein mehr homogenes Material zu erhalten. Die Kurve der so erhaltenen Blutdruckwerte schloß sich nun einer Gauß'schen Normalkurve an, und auf dieselbe Art wie vorher konnte *Bruck* zeigen, daß diesmal die kleinen Abweichungen nicht durch pathologische Überlagerung, sondern durch Zufälligkeiten entstanden sind. Also ergibt völlig homogenes Material in der Jugend eine Kurve, die der Gauß'schen Normalkurve ähnlich sieht.

Nun untersuchte *Bruck* 2070 Männer und Frauen aller Altersklassen, ohne Kreislaufkranke auszuschneiden. Die so gewonnenen Kurven zeigten mit dem Alter eine stärkere Frequenz rechts bei Abnahme links, eine Abflachung, eine Verbreiterung des Streuungsbereiches rechts bei Verlagerung des Maximums nach rechts und eine zunehmende Asymmetrie bis zur Zweigipfligkeit. Bei den

Frauen waren diese Erscheinungen ausgesprochener als bei den Männern. Die diastolischen Frequenzkurven zeigten dasselbe in geringerem Ausmaße. *Bruck* wertete diese Asymmetrie als Zunahme der Kreislaufkrankten und Hypertoniker im Alter, während der normale Blutdruck mit dem Alter nur schwach ansteige. Mit zunehmendem Alter wird das Material immer inhomogener. Eine physiologische Blutdrucksteigerung würde keine so großen Streuungen schon innerhalb von kleinen Altersklassen, wie z. B. den 2-Jahres-Klassen bei *Saller*, bedingen. Um die Rechtsverlagerung zu deuten, zeigte *Bruck*, daß, in Normalkoordinaten ausgedrückt, die Kurven im Alter immer weniger einer Gauß'schen Normalkurve entsprechen und die entstandene Rechtsasymmetrie nur durch die Überlagerung pathologischer Werte entstanden sein kann. Der Autor schloß daraus: «Die bisherige Annahme einer physiologischen Altershypertonie steht im Widerspruch zu den Tatsachen.» Da der Blutdruck im Alter nicht ansteigt und die Blutdruckwerte gesunder Studenten nahezu eine Normalfrequenzkurve ergeben, kann man nach *Bruck* für jedes Individuum in jedem Alter einen Grad der Wahrscheinlichkeit ablesen, ob sich der betreffende Wert noch im Bereich der Norm befindet oder nicht. Der Autor schreibt dazu: «Es werden Wahrscheinlichkeitsgrade für die in den ermittelten Streuungsbereich hereinfallenden Blutdruckwerte der Gesunden angegeben. Daraus ergibt sich, daß Werte, die bisher noch als normal angesehen wurden, dies nur ausnahmsweise sind, und zwar dann, wenn sie bei dem betreffenden Individuum seit Abschluß der Wachstumsperiode immer bestanden, ohne daß irgendwelche Kreislaufstörungen nachweisbar waren. Die Wahrscheinlichkeit aber, daß es sich zum Beispiel bei einem systolischen Wert von 150 mm Hg um einen normalen Wert handelt, ist, gemessen an dem in der Medizin sonst üblichen Maßstabe, gering.»

Seit der Arbeit *Bruck's* finden sich lange Zeit keine Beurteilungen von Frequenzkurven mehr. Wohl sind auch in der Publikation des Public Health Service durch *Gover* 1948 über die Untersuchungen von 11 490 Farmern Frequenzkurven beigelegt worden. Sie zeigen dieselben Merkmale wie die Kurven früherer Arbeiten.

1951 finden sich in einer Dissertation von *Mickans* anhand von Blutdruckmessungen bei 400 Männern und 475 Frauen von 21—70 Jahren ebenfalls Frequenzkurven. Sie zeigen eine besonders deutliche Zweigipfligkeit im Alter von 61—70 Jahren, wobei bei den

Männern die Maxima bei 130 mm Hg und 150 mm Hg, bei den Frauen bei 145 und 170 mm Hg liegen. Sonst decken sich die Ergebnisse mit denen anderer Autoren.

Auch in den Arbeiten von *Hamilton* und seinen Mitarbeitern finden sich Frequenzkurven aller Altersklassen, welche die gleichen Merkmale zeigen wie die Kurven der anderen Autoren. Sie stellten auch eine Abweichung von der Gauß'schen Normalkurve fest, wobei keine Abhängigkeit besteht zwischen dieser Abweichung und dem Alter der Leute.

Erst 1954 hat *H. Ludwig* am Kongreß der internationalen Gesellschaft für innere Medizin in Stockholm gezeigt, wie bei Polizisten innerhalb 9 Jahren der rechte Schenkel der Kurve weniger steil wird und eine zweite Erhebung aufweist, die von den Individuen gebildet wird, die während dieser 9 Jahre eine beginnende Hypertonie entwickelt haben. Und der Autor hat besonders darauf hingewiesen, wie die Kurven für alte Leute als eine Weiterentwicklung dieses Prozesses aufzufassen sei. Die folgenden Untersuchungen wurden auf Anregung der Arbeit *Ludwigs* gemacht und sind als deren Fortsetzung gedacht.

II. EIGENE ERGEBNISSE.

1. Anordnung.

Unsere eigenen Resultate beruhen auf Blutdruckmessungen an 484 Männern und 603 Frauen im Alter von 60—89 Jahren, alles Insassen von Altersheimen in Basel und Umgebung, sowie in Paris¹. Es wurden ausschließlich Werte von Leuten verwendet, die nicht bettlägerig und subjektiv weitgehend beschwerdefrei waren.

Alle Messungen wurden am sitzenden Individuum mittels Auskultation und einem Quecksilbermanometer ausgeführt. Der diastolische Wert wurde beim völligen Verschwinden des Tones festgelegt. Bei jeder Person wurden 3 Messungen im Zeitraum von ungefähr 5 Minuten gemacht und der niedrigste Wert verwendet.

Aus den erhaltenen Werten wurden Frequenzkurven für die verschiedenen Altersklassen von 60—69, 70—79 und 80—89 Jah-

¹ Für die Erlaubnis, am Hôpital Paul-Brousse, Paris-Villejuif, arbeiten zu dürfen, sei an dieser Stelle Herrn Prof. *Delarue* herzlich gedankt.

ren, gesondert nach Geschlecht, aufgestellt (Abb. 3 a—c, 4 a—c, 7 a—c, 8 a—c). Für dieselben Altersklassen wurden auch die arithmetischen Mittelwerte ausgerechnet sowie der prozentuale Anteil von Leuten mit einem systolischen Wert über 150 mm Hg und 200 mm Hg, einem diastolischen Wert über 90 mm Hg und 100 mm Hg und einem Wert über 150/95 mm Hg (Tabelle III). Ferner wurden, getrennt nach Geschlechtern, Frequenzkurven der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte des gesamten Materials aufgestellt (Abb. 1 b, 2 b, 5, 6).

2. Systolische Werte.

Bei den *Männern* von über 60 Jahren (Abb. 1 b, 3 a—c) zeigt sich ganz allgemein ein steiler Anstieg der Kurven bis zum Maximum und eine flache, breite, unregelmäßige Abnahme. Rechts außen steigt die Kurve nochmals wenig an und weist einen kleinen, zweiten Gipfel auf.

Das Maximum liegt für die Altersklasse von 60—69 Jahren noch bei 122,5 mm Hg, bei den beiden anderen Altersklassen bei 132,5 mm Hg, wobei aber in der letzten Altersklasse der nächstfolgende Wert fast so häufig ist. Der zweite Gipfel ist in der Altersgruppe von 60—69 Jahren noch nicht sehr ausgeprägt, liegt aber bei den beiden anderen Gruppen eindeutig bei 182,5 mm Hg. Mit steigendem Alter sieht man eine eindeutige, aber geringfügige Rechtsverlagerung des ersten Gipfels (Abb. 3 a—c).

Beim Betrachten der Frequenzkurve für alle Männer im Alter von 60—89 Jahren (Abb. 1 b) sieht man die Merkmale der einzelnen Kurven nochmals: eine Asymmetrie mit linkem steilem Anstieg, rechts breitem Abfall und die zwei Gipfel bei 132,5 mm Hg und 182,5 mm Hg, wobei der erste Gipfel als der höhere dem Dichtemittel entspricht.

Trotz der Rechtsverlagerung des Maximums zeigt der arithmetische Mittelwert keine Zunahme, sondern variiert zwischen 140—150 mm Hg in den verschiedenen Altersklassen von 60—89 Jahren (Tabelle III).

Bei den *Frauen* von über 60 Jahren (Abb. 2 b, 4 a—c) finden wir mehr hohe systolische Werte, und die Frequenzkurven zeigen ein viel unregelmäßigeres Bild. Wir sehen allgemein nicht mehr ein eindeutiges, links gelegenes Maximum, sondern mehrere Gipfel von oft gleicher Größe.

TABELLE I.
Arithmetische Mittelwerte des Blutdruckes im höheren Alter,
nach der Literatur zusammengestellt.

Autor und Jahr	Alter	Männer		Männer und Frauen nicht getrennt		Frauen		Anzahl
	Jahre	syst.	diast.	syst.	diast.	syst.	diast.	
<i>Scheel</i> (1908)	61—70	114				105		84
	81—90	132				135		
<i>Tavastsjärna</i> (1909)	61—70			155				3
	81—91			169				4
<i>Woley</i> (1910)	55—65			138				?
<i>Wildt</i> (1910)	60—65			137	76			
	65—70			143	78			250
	80—85			148	78			
	85—90			162	85			
<i>Bowes</i> (1917)	60—65	145	var.			154	var.	150
	80—84	163	81—91			183	80—90	
<i>Wikner</i> (1923)	61—70	150				151		44
	71—80	146				165		24
<i>Symonds</i> (1923)	60 u. m.	135	87			137	90	1889+?
<i>Hahn</i> (1924)	61—70	155				176		22+23
<i>Peters</i> (1925)	60—65			135				?
	70 u. m.			145				
<i>Richter</i> (1925)	60—65			135	74			10
	80—85			157	69			24
<i>Saller</i> (1928)	68—89	136	78			167	89	93+90
<i>Donnison</i> (1929)	60 u. m.			105	67			97
<i>Alvarez</i> (1930)	60—84	135,5						58
<i>Morse</i> (1937)	51—70			100	73			14
<i>Lewis</i> (1938)	60—64	124	var.					20
	85—89	158	var.					20
<i>Aaltonen</i> (1939)	80—93			159	88			80
<i>Robinson</i> (1939)	60—64	132	78			143	81	227+71
	75—79	154	80			168	80	16+2
	80 u. m.	148						9
<i>Bruck</i> (1940)	60—69	154	91			165	97	410+576
	70 u. m.	158	92			167	91	128+176
<i>Eggler</i> (1944)	50 u. m.	126	75			131	74	194+175
<i>Russek</i> (1946)	60—70	150	88					1124
	80 u. m.	161	87					381
<i>Boynton</i> (1947)	41—70	123	81			125	79	281+268
<i>Browne</i> (1947)	50 u. m.					155	93	191
<i>Gover</i> (1948)	60—64	164	86			162	89	?
	65 u. m.	160	89			174	96	99+45
<i>Master</i> (1951)	60—64	141	85			144	85	500+500
<i>Droller</i> (1952)	65—70	157	89			178	99	35+105
<i>Hamilton</i> (1954)	60—64	154	88			159	92	52+87
	80—84	174	91			198	97	5+11
<i>Norgaard</i> (1955)	70—82	156	89			157	89	2153+60
	83—91	160	83					46

TABELLE II.
*Prozentanteile von höheren Blutdruckwerten im Alter,
nach der Literatur zusammengestellt.*

Autor und Jahr	Alter	Blutdruck- grenzwert		% Männer, Männer und Frauen, Frauen die diese Werte überschreiten					
	Jahre	syst.	diast.	syst.	diast.	syst.	diast.	syst.	diast.
<i>Bowes</i> (1917)	65—94	200	100	33	42				
<i>Hitzenberger</i> (1921)	60 u. m.	140				67			
<i>Symonds</i> (1923)	15—60	140	95	5,7	6,9			3,5	7
<i>Hahn</i> (1924)	61—70	130		77				82	
		180		18				43	
<i>Richter</i> (1925)	60—64	150				33			
	70—74	150				49			
	80—84	150				54			
<i>Britten</i> (1926)	60 u. m.	150	90	40	40				
<i>Akatsukawa</i> (1928)	61—65	160	100	52	52			55	55
<i>Alvarez</i> (1930)	60—84	140		36					
<i>Laubry</i> (1930)	65 u. m.	150	80			50	25		
<i>Thonnard</i> (1930)	40 u. m.	140				33			
<i>Willius</i> (1931)	75 u. m.	140		74					
	(1932)	70 u. m.	140	64					
	(1931)	75 u. m.	90		40				
	(1932)	70 u. m.	90		37				
<i>Aaltonen</i> (1939)	80 u. m.	140	90			70	40		
<i>Robinson</i> (1939)	60—64	140		29				46	
	70—74	140		44				71	
	80 u. m.	140		56					
	60—64		90		11				23
	70—74		90		13				13
<i>Master</i> (1942)	60—70	150	90	47	47			63	63
	70—80	150	90	52	52			62	62
	(1943)	60—70	150	48				61	
	70 u. m.	150		57				67	
	60—70		90		42				48
	70 u. m.		90		48				53
	60—70	140	90	71	71			80	80
	70 u. m.	140	90	77	77			82	82
<i>Levy</i> (1944)	55—59	150	90	18	18				
<i>Russek</i> (1946)	60—70	150		27					
	80 u. m.	150		45					
	60—70		95		20				
	80 u. m.		95		22				
<i>Boynton</i> (1947)	41 u. m.	140	90	10	18			16	16
<i>Gover</i> (1948)	65 u. m.	140	90	48	48			64	64
<i>Droller</i> (1952)	60 u. m.	160	100	57	28			70	48

TABELLE III.

Übersicht der eigenen Untersuchungen.

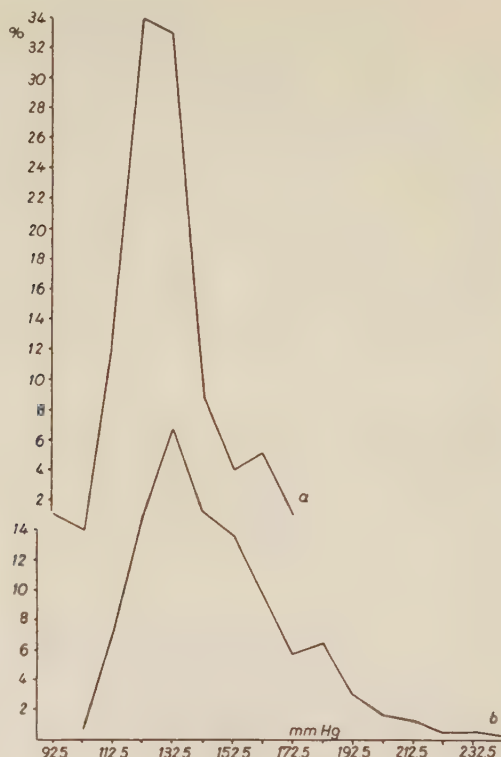
Alter in Jahren	Anzahl	Arithmetische Mittelwerte in mm Hg		% der Individuen mit systolischen Werten über		% der Indiv. mit diastolischen Werten über		% der Indiv. mit Werten über
		systolisch	diastolisch	150 mm Hg	200 mm Hg	90 mm Hg	100 mm Hg	150/95 mm Hg
Männer:								
60—69	137	141,43	81,40	42,3	3,6	29,3	8,8	15,3
70—79	235	149,07	79,01	43,6	5,9	25,1	7,6	19,4
80—89	112	144,09	76,42	38,3	1,8	17,8	5,4	11,6
60—89	484	147,12	79,01	41,3	3,7	24,1	7,3	15,4
Frauen:								
60—69	139	169,30	89,47	72,7	15,9	54,7	24,5	35,8
70—79	283	162,67	85,70	70,0	11,5	46,7	15,8	29,7
80—89	181	167,09	79,35	74,6	11,7	27,7	7,3	31,4
60—89	603	164,09	86,55	72,4	13,0	43,1	15,7	30,8

Der erste Gipfel liegt bei den Altersklassen von 60—69 Jahren (Abb. 4 a) und von 80—89 Jahren (Abb. 4 c) bei 142,5 mm Hg, bei der anderen Altersklasse (Abb. 4 b) bei 152,5 mm Hg. Der zweite Gipfel liegt verschieden zwischen 162,5 mm Hg bis 192,5 mm Hg, ein undeutlicher dritter Gipfel findet sich bei 212,5 mm Hg.

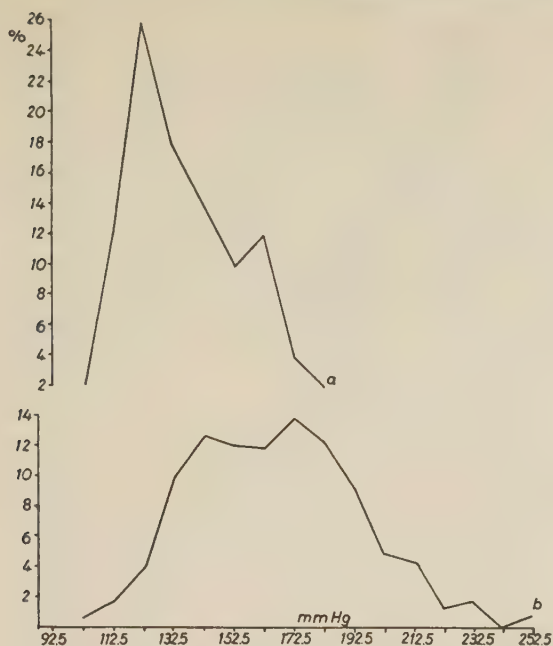
Die Frequenzkurve der systolischen Blutdruckwerte aller Frauen von 60—89 Jahren (Abb. 2 b) zeigt uns ein etwas regelmäßigeres Bild. Sie steigt deutlich steil an bis zum ersten Gipfel bei 142,5 mm Hg. Der zweite Gipfel, der das Maximum der Kurve ist, liegt deutlich bei 172,5 mm Hg. Dann fällt die Kurve zuerst steil, dann bei den Werten über 200 mm Hg unregelmäßig ab. Die Mittelwerte der drei Altersklassen zeigen bei den Frauen wie auch bei den Männern keine Zunahme, liegen aber bedeutend höher als bei den Männern und variieren zwischen 160—170 mm Hg (Tabelle III).

Aus der für die *Männer* von 60—89 Jahren aufgestellten Frequenzkurven der systolischen Blutdruckwerte (Abb. 3 a—c) sehr schön zu sehenden Rechtsverlagerung des Maximums um je 10 mm Hg pro Altersklasse kann nicht auf ein Ansteigen des systolischen Blutdruckes mit steigendem Alter geschlossen werden, da im Verhältnis zur ganzen Breite der Kurve diese Verlagerung nur

Abb. 1. Systolische Werte.
a: 100 Polizisten, 34—61 J. (44,9).
b: 484 alte Männer, 60—89 J. (72,0).



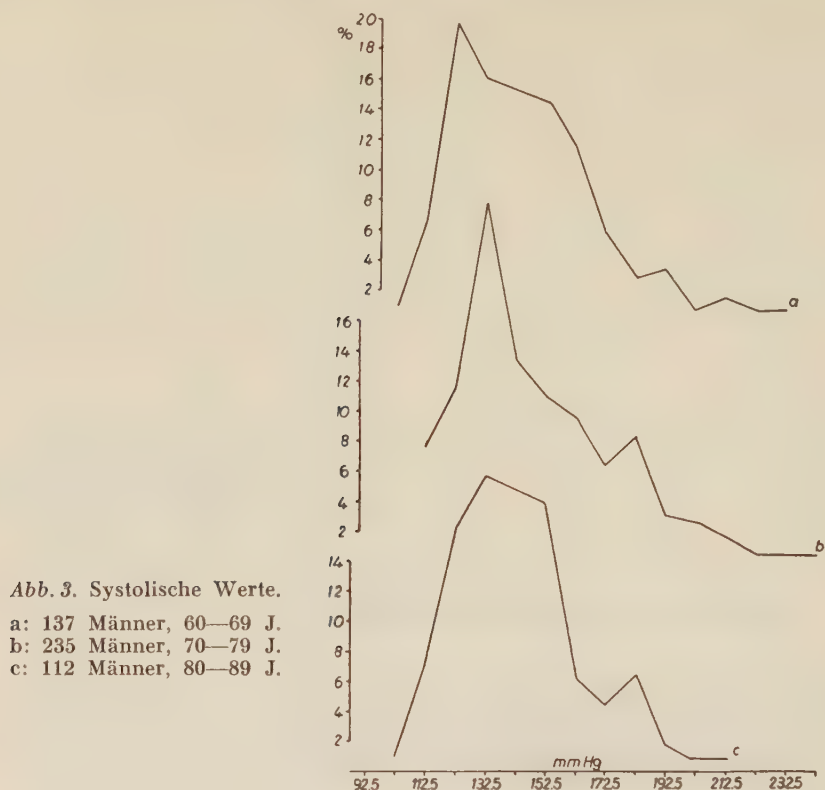
geringfügig ist. Wir haben zum Vergleich noch eine Frequenzkurve von systolischen Blutdruckwerten jüngerer Individuen beigefügt (Abb. 1 a). Es handelt sich um Blutdruckmessungen bei 100 Basler Polizisten im Alter von 34—61 Jahren, die in derselben Art aufgeführt wurden wie die Messungen bei den Alten. Diese Kurve nun zeigt das Maximum ebenfalls bei 122,5 mm Hg, wie die Kurve der ersten Altersklasse von 60—69 Jahren. Dann zeigt die Kurve der Polizisten noch einen kleinen zweiten Gipfel bei 152,5 mm Hg. Nimmt man den ersten auf- und absteigenden Schenkel der Kurve der Polizisten für sich, so ist dieser annähernd symmetrisch. Eine solche Symmetrie finden wir aber bei den Kurven der alten Leute nirgends. Bei der Klasse der 60—69jährigen bleibt der linke Teil der Kurve sowie das Maximum gleich wie bei den Jungen, doch der rechte Schenkel ist breit und flach ausgezogen. Es liegt der Hauptunterschied der Kurven nicht in der Lage des Maximums, sondern in der Abflachung der Kurve bei den alten Männ-



nern und vor allem in der asymmetrischen Abweichung nach rechts. Wenn der Blutdruck wirklich mit dem Alter zunehmen würde, so müßte sich die ganze Frequenzkurve nach rechts verlagern, d. h. das Maximum müßte im Alter viel weiter rechts liegen. Die Frequenzkurven zeigen nur die Tatsache, daß das Material im Alter völlig inhomogen geworden ist.

Das zeigt sich auch aus den arithmetischen Mittelwerten. Bei den Polizisten deckt sich dieser mit 125,4 mm Hg fast noch mit dem Maximum (= Dichtemittel) der Kurve von 122,5 mm Hg. Bei den älteren Männern weichen diese Werte stark voneinander ab: bei einem arithmetischen Mittelwert von 141,4 mm Hg im Alter von 60—69 Jahren ist der Wert des Kurvenmaximums immer noch bei 122,5 mm Hg, und während die Mittelwerte der beiden höheren Altersklassen bei 149,1 und 144,1 mm Hg liegen, liegt der Wert des Maximums der Kurve dieser Altersklassen bei 132,5 mm Hg.

Wir haben bei allen Altersklassen über 60 Jahre alter Männer eine zweigipflige Kurve vor uns (Abb. 3 a—c). Das eigentliche Maximum, d. h. das Dichtemittel, liegt bei den beiden höheren Altersgruppen bei 132,5 mm Hg, und ein kleiner zweiter Gipfel folgt bei 182,5 mm Hg. Wir sehen also eine Gruppierung um



einen niedrigeren Wert und einen höheren Wert. Was diese in den verschiedenen Altersklassen und in der Gesamtkurve gleichbleibende Gruppierung bedingt, können wir auf Grund der Kurven und unserer Arbeit nicht aussagen.

Die Frequenzkurven der systolischen Blutdruckwerte der *Frauen* sind viel weniger übersichtlich als die der Männer (Abb. 4 a—c). Sie zeigen in den verschiedenen Altersgruppen und mit fortschreitendem Alter keine charakteristischen Eigenschaften. Es scheint sich hier nicht mehr, wie bei den Männern, vorwiegend um die Streuung eines Kollektivs zu handeln, sondern um die Überlagerung verschiedener Gruppen und ihrer Streuung. Schon in den einzelnen Altersklassen läßt sich eine gewisse Gruppierung um bestimmte Werte vermuten. So umfaßt eine erste Gruppe Werte von 102,5 bis 152,5 mm Hg, eine zweite solche von 162,5 bis 202,5 mm Hg und eine letzte die Werte über 202,5 mm Hg.

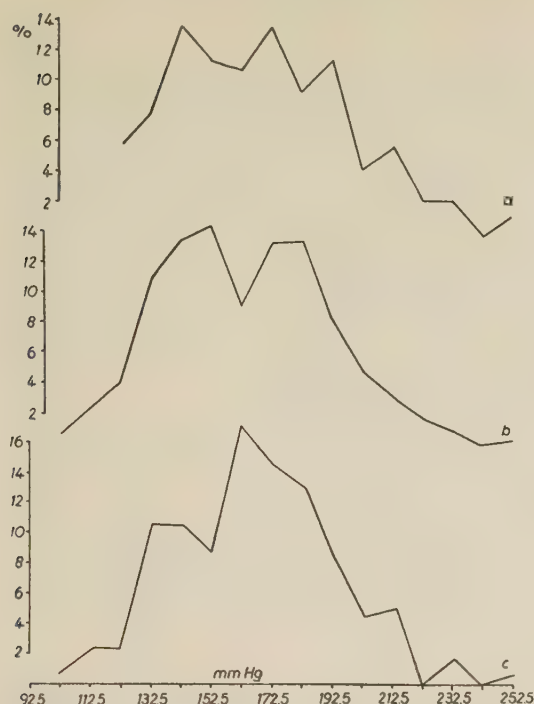


Abb. 4. Systolische Werte.

a: 139 Frauen, 60—69 J.
 b: 283 Frauen, 70—79 J.
 c: 181 Frauen, 80—89 J.

Eindeutiger erkennt man die Aufteilung in der Gesamtkurve (Abb. 2 b).

Wenn wir zur Ergänzung noch eine Frequenzkurve jüngerer Individuen betrachten (Abb. 2 a), nämlich Werte von 50 Frauen im Alter von 34—59 Jahren, Pflegepersonal in den Altersheimen, und sie mit der Kurve der Polizisten im entsprechenden Alter vergleichen, so sehen wir, daß schon in diesem Alter die Frequenzkurve der Frauen bei weitem nicht so symmetrisch verläuft im ersten Teil, das Maximum weniger hoch reicht und die Streuung rechts viel ausgesprochener ist. Doch der erste Gipfel ist in beiden Kurven bei 122,5 mm Hg. Die Kurven früher zitierter Autoren zeigen dasselbe Bild. Das weist darauf hin, daß bei den Frauen schon in früherem Alter eine Inhomogenität auftritt, die vor allem durch Überlagerung der niedrigen Werte durch beginnende und weiter fortgeschrittene Hypertonien bedingt sein dürfte. Auch der zweite Gipfel ist in der Kurve der jungen Frauen deutlicher ausgebildet als in der Kurve der jungen Männer, was die stärkere Inhomogenität bei den Frauen noch unterstreicht.

3. Diastolische Werte.

Die Kurven der diastolischen Blutdruckwerte der *Männer* zeigen eine viel geringere Streuung als die systolischen Frequenzkurven. Sie nähern sich symmetrischen Kurven (Abb. 5, 7 a—c).

Beim Betrachten der verschiedenen Altersklassen (Abb. 7 a—c) fällt vor allem auf, daß sich der Gipfel, der zugleich das Maximum, d. h. das Dichtemittel ist, deutlich nach links verschiebt, von 82,5 mm Hg bei der Altersklasse von 60—69 Jahren nach 72,5 mm Hg bei den beiden anderen Altersklassen. Ferner wird der Abfall rechts immer steiler, also mit dem Alter wird der Anteil an höheren Blutdruckwerten immer geringer.

Auch der arithmetische Mittelwert des diastolischen Blutdruckes nimmt pro Altersklasse stetig ab, von 81 mm Hg auf 76 mm Hg (Tabelle III).

Die Frequenzkurven der diastolischen Blutdruckwerte für *Frauen* (Abb. 6, 8 a—c) unterscheiden sich vor allem dadurch von denen der Männer, daß das Maximum jeweils um 10 mm Hg höher liegt in den einzelnen Altersklassen. Sonst zeigen sie allgemein dieselben Eigenschaften.

Der Gipfel verschiebt sich nach links, allerdings eine Altersklasse später als bei den Männern, so daß in den beiden ersten Altersklassen das Maximum bei 92,5 mm Hg liegt, in der letzten Klasse aber bei 82,5 mm Hg.

Auch die arithmetischen Mittelwerte des diastolischen Blutdruckes nehmen ab, von 89 mm Hg auf 79 mm Hg (Tabelle III). Besonders schön zeigt sich bei den Frauen das Abnehmen der hohen diastolischen Werte im Alter. In der Altersgruppe von 60 bis 69 Jahren haben noch 24,5% einen Wert von über 100 mm Hg und darüber, in der Gruppe von 80—89 Jahren nur noch 7,3% einen solchen Wert (Tabelle III).

Die Linksverlagerung des Maximums der Frequenzkurven für diastolische Blutdruckwerte bei den Männern und bei den Frauen und das stetige Zurückgehen der hohen Werte sowie die Abnahme des arithmetischen Mittelwertes dürfte vor allem darauf beruhen, daß Individuen mit hohen diastolischen Werten nicht überleben und allgemein eine geringere Lebenserwartung haben. Dies konnte auch *Russek* anhand einer Mortalitätsstatistik von Seeleuten zeigen, die er während längerer Zeit beobachtet hatte. Ebenso beschrieb *Levy*, der 22 000 Offiziere über längere Zeit beobachtete,

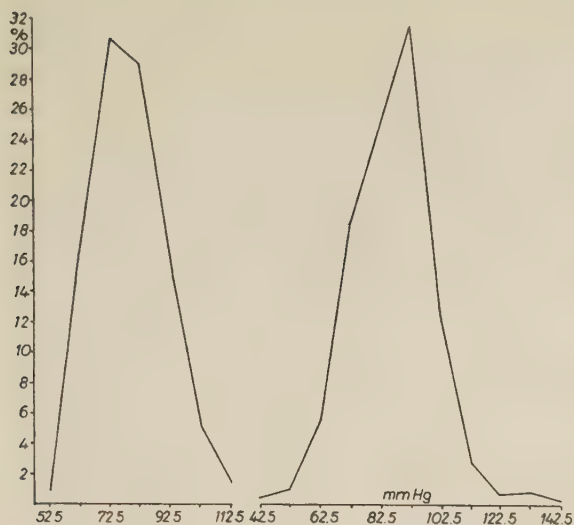


Abb. 5. 484 alte Männer, 60—89 Jahre (72,0). Diastolische Werte.

Abb. 6. 603 alte Frauen, 60—89 Jahre (74,4). Diastolische Werte.

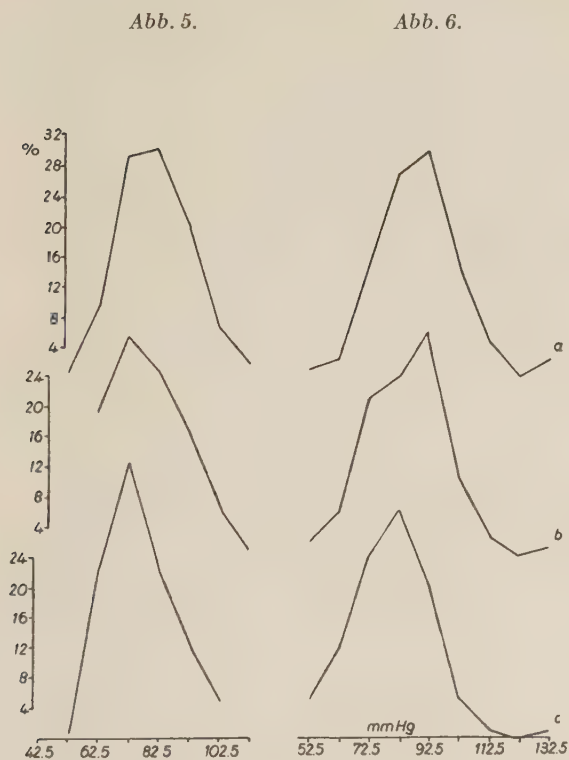


Abb. 7. Diastolische Werte.

a: 137 Männer, 60—69 J.
b: 235 Männer, 70—79 J.
c: 112 Männer, 80—89 J.

Abb. 8. Diastolische Werte.

a: 139 Frauen, 60—69 J.
b: 283 Frauen, 70—79 J.
c: 181 Frauen, 80—89 J.

eine Zunahme der Mortalität bei diastolischen Werten über 100 mm Hg. Damit werden die jüngeren Altersklassen stärker inhomogen sein als die letzte Altersklasse, und die Überlagerung der niedrigen Werte durch höhere scheint mit zunehmendem Alter abzunehmen, was sich auch aus der zunehmenden Symmetrie der Frequenzkurven für diastolische Werte mit steigendem Alter ergibt. Aus der sehr starken Abnahme der Werte über 95 mm Hg im Alter und den Ergebnissen der Mortalitätsstatistiken anderer Autoren kann man wohl schließen, daß ein Wert über 95 mm Hg pathologisch ist.

III. SCHLUSSBETRACHTUNG.

Trotz zahlreichen Arbeiten über den Blutdruck hat sich bis heute keine einheitliche Auffassung über den normalen Bereich der Blutdruckwerte in verschiedenen Altersstufen durchsetzen können. Während in Amerika früher jeder Wert über 140/90 mm Hg oder 150/90 mm Hg je nach Autor als erhöht angesehen wurde, hat *Master* sich in den letzten Jahren in mehreren Arbeiten für eine Erweiterung der Normgrenzen, besonders im Alter, eingesetzt. Wir haben uns daher entschlossen, die Frage der Blutdruckwerte im Alter nochmals aufzugreifen, wenn auch die von *Master* angeführte Begründung, daß die Häufigkeit höherer Werte im Alter beweise, daß Werte über 150/90 mm Hg noch als normal anzusprechen seien, nicht stichhaltig ist, denn auch Coronarsklerosen oder Arthrosen sind im Alter sehr häufige Befunde, und wenn sie auch keine Beschwerden verursachen, wird doch niemand daraus den Schluß ziehen wollen, sie seien im Alter ein normaler Befund.

Wir sind davon ausgegangen, daß das einer statistischen Bearbeitung zu unterziehende Material auch durch Aufstellung einer Frequenzkurve auf seine Homogenität zu prüfen sei. Dabei zeigt sich sofort, daß die Blutdruckwerte im Alter eine Frequenzkurve ergeben, deren linker Schenkel annähernd so steil ansteigt wie bei jungen Individuen, deren Gipfel von den Werten in der Jugend nur wenig abweicht, daß aber rechts der absteigende Schenkel sehr viel flacher verläuft und mehrere kleinere Erhebungen zeigt. Die Beobachtung von *Ludwig* an Basler Polizisten, daß der rechte Schenkel der Frequenzkurve innerhalb von 9 Jahren flacher wird und eine zweite Erhebung aufweist, die 9 Jahre früher nicht fest-

zustellen war, erlaubt die Deutung, daß eine Anzahl dieser Individuen innerhalb dieses Zeitraumes einen viel stärkeren Blutdruckanstieg durchgemacht hat als die übrigen Polizisten. *Auf unsere über 60 Jahre alten Individuen übertragen heißt das, daß sich ihre Blutdruckwerte aus denen zusammensetzen, die im Verlauf der Jahre nur eine sehr geringe Steigerung erfahren haben und jetzt noch den Hauptgipfel und damit das Dichtemittel bilden, während sich rechts die Werte der Individuen überlagern, deren Blutdruck wesentlich stärker angestiegen ist.* Ein solches Material ist also alles andere als homogen und die Berechnung eines arithmetischen Mittelwertes und einer Standardabweichung, mit denen die meisten Autoren rechnen, bedeutet einen Verstoß gegen die eine Grundregel der Statistik, die besagt, daß nur homogenes Material bearbeitet werden darf.

Überall da, wo sich Werte verschiedener Gruppen überlagern, ist eine auch nur annähernd genaue Berechnung des Normbereiches unmöglich. In unserem Fall können wir, für die systolischen Druckwerte von Männern von 60—89 Jahren, annehmen, daß der Hauptgipfel nur wenig durch die Werte jener Individuen beeinflusst worden sei, die einen stärkeren Druckanstieg mit dem Alter erfahren haben. Wir müssen in diesem Fall davon ausgehen, daß das Dichtemittel ca. 130 mm Hg beträgt, und daß der rechte Schenkel ohne Überlagerung durch die Hypertoniker annähernd so verlaufen würde wie der linke Schenkel, d. h. der gesamte Streubereich würde zwischen 100 und 160 mm Hg liegen. Der Bereich $M \pm 2\sigma$, der bekanntlich 95% der Individuen enthält, kann auf 115—145 mm Hg geschätzt werden. Es ist interessant, daß wir auf diese Weise zu einer oberen Normgrenze gelangen, wie sie früher schon von amerikanischen Autoren auf Grund anderer Verfahren ermittelt wurde.

Die Betrachtung der Frequenzkurve für systolische Druckwerte der Frauen zeigt, daß bei stärkerem Überwiegen der höheren Werte eine Abgrenzung überhaupt nicht mehr möglich ist, denn der höchste Gipfel liegt bei 172,5 mm Hg, während sein erster Gipfel bei 142,5 mm Hg zu erkennen ist. Eine Vergleichskurve von 50 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 50 Jahren zeigt einen deutlichen Hauptgipfel bei 122,5 mm Hg und einen sich abzeichnenden neuen Gipfel bei 162,5 mm Hg. Bei Frauen treten die Hypertonien somit in größerer Zahl auf als bei Männern, so daß die Frequenzkurve breit und unübersichtlich wird und ein

erster Hauptgipfel durch Überlagerung mit Blutdruckwerten, die eine stärkere Erhöhung erfahren haben, nicht mehr erkennbar ist.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß *Bruck* recht hat, wenn er behauptet, der Blutdruck bleibe während des Lebens weitgehend konstant, sofern keine krankhafte Steigerung in Form der Hypertonie auftritt. Aus unserem Material können wir dies nicht mit Sicherheit bestätigen. Wir können nur feststellen, daß der systolische Blutdruck mit dem Alter zwei verschiedene Verlaufsformen zeigt, einmal jene Druckwerte, die auch im hohen Alter sich (wenigstens bei Männern) um 130 mm Hg scharen, die wir als die normalen Werte auffassen, und andererseits jene, die eine stärkere Erhöhung erfahren haben, und die wir als im Alter zwar häufige, aber doch krankhafte Veränderung auffassen.

Die Frequenzkurven für diastolische Blutdruckwerte zeigen wohl eine Zunahme der Streuung im Alter, aber nur sehr geringe Verschiebungen des Maximums nach rechts oder links. Ferner zeigen große Mortalitätsstatistiken von Versicherungsgesellschaften eine Zunahme der Mortalität bei höheren diastolischen Werten, besonders bei solchen von 100 mm Hg und darüber. So dürfen wir wohl mit *Russek*, *Bruck* und anderen annehmen, daß der diastolische Blutdruck mit dem Alter nicht oder nur sehr unwesentlich ansteigt und Werte über 95 mm Hg stets als pathologisch zu betrachten sind.

IV. Zusammenfassung der eigenen Ergebnisse.

1. Es werden Frequenzkurven für systolische und diastolische Blutdruckwerte von 1087 alten Leuten zwischen 60 und 89 Jahren aufgestellt.

2. Diese Frequenzkurven zeigen eine mit dem Alter stark zunehmende Inhomogenität des Materials, die bei Frauen ausgesprochener ist als bei Männern.

3. Eine geringfügige Rechtsverlagerung des ersten Gipfels der Frequenzkurve für systolische Werte wird auf einen schwachen altersbedingten Anstieg des systolischen Blutdruckes bezogen, die Rechtsverbreiterung auf eine starke Zunahme der systolischen Hypertonien.

4. Die sehr hohen systolischen Werte nehmen in den letzten Altersklassen ab, ebenso wie die Frequenzkurven für diastolische Blutdruckwerte im höheren Alter durch Ausfall der hohen diastolischen Werte wieder homogener werden.

Summary.

1. Frequency distribution curves of the systolic and diastolic pressure were established in 1,087 individuals aged 60-89.

2. These curves showed increasing irregularity with rising age, more pronounced in women than in men.

3. The slight shift to the right of the first peak of the curve for systolic pressure is attributed to some slight increase in systolic pressure with advancing age, whereas the extension of the curve to the right is considered due to a marked increase in the incidence of systolic hypertension.

4. Very high systolic pressures occurred less frequently in the oldest age groups. High diastolic pressures becoming less frequent in the older age groups, the corresponding portion of the frequency distribution curves of diastolic pressure became more even.

Résumé.

1° Courbes de fréquences pour les chiffres systoliques et diastoliques chez 1.087 sujets entre 60 et 89 ans.

2° Ces courbes montrent une allure disparate, davantage chez la femme que chez l'homme.

3° Détails sur la signification des sommets de la courbe.

4° Les chiffres systoliques élevés diminuent avec l'âge avancé, et les données pour les chiffres diastoliques sont plus homogènes.

Literatur.

Aaltonen, K. E.: Acta med. scand. 99, 356, 1939. — Akatsukaua, H.: Zit. nach Volhard, p. 1647. — Alvarez, W. C.: Arch. intern. Med. 26, 381, 1920; 32, 17, 1923. — Alvarez, W. C., and L. Stanley: Arch. intern. Med. 46, 17, 1930. — Bowes, L. M.: J. Lab. Clin. Med. 2, 256, 641, 1917. — Boynton, R., and R. Todd: Arch. intern. Med. 80, 454, 1947; Amer. J. Med. Sci. 216, 397, 1948. — Britten, R. H., and L. R. Thompson: Publ. Health Bull. 1926, No. 162. — Browne, F. J.: Brit. Med. J. 1947/II, 283. — Bruck, M.: Cardiologia 4, 165, 1940. — Diehl, H. S., and K. H. Sutherland: Arch. intern. Med. 36, 151, 1925. — Donnison, C. P.: Lancet 1929/I, 6. — Droller, H.: Brit. Med. J. 1952/II, 968. — Egger, L.: Hat die durchschnittliche Blutdruckhöhe in den einzelnen Altersklassen seit Beginn des Krieges abgenommen? Inaug.-Dissertation, München 1944. — Fisher, J. W.: Personal communication in G. W. Norris: Blood pressure and its clinical applications. 4th ed., p. 127. Lea & Febiger, Philadelphia 1927. — Gover, M.: Publ. Health Reports 63, 1083, 1948. — Hahn, L.: Zbl. inn. Med. 45, 946, 1924. — Hamilton, M., G. W. Pickering, R. Fraser and G. S. Sowry:

Clinical Science 13, 11, 37, 273, 1954. — *Hiernaux, J.*: Ann. Soc. Belg. Med. Trop. 32, 379, 1952. — *Hines, E. A.*: Amer. Heart J. 19, 408, 1940; J. Amer. med. Assoc. 115, 271, 1940. — *Hitzenberger, K.*: Wien. Arch. inn. Med. 2, 461, 1921. — *Huber, E. G.*: J. Amer. med. Assoc. 88, 1554, 1927; Hum. Biol. 5, 542, 1933. — *Hunter, A.*: Trans Assoc. life Ins. Med. Dir. Am. 6, 92, 1920 und 10, 149, 1924. — *Jenss, M. R.*: Amer. J. Hyg. 20, 574, 1934. — *Ismail, A.*: Lancet 1928/II, 275. — *Kylin, E.*: Der Blutdruck des Menschen. Th. Steinkopff, Dresden 1937; Zbl. inn. Med. 48, 431, 1927. — *Laubry, C.*, et *R. Castelan*: Rev. Méd. Paris 47, 251, 1930. — *Levy, R. L.*, *C. Hillman, P. White* and *W. Stroud*: J. Amer. med. Assoc. 125, 699, 1944; 126, 829, 1944; 128, 1059, 1945. — *Lewis, W. H.*: Amer. J. Physiol. 122, 491, 1938. — *Ludwig, H.*: Acta med. scand. 1955 (im Druck). — *Master, A. M.*, and *S. Dack*: J. Mt. Sinai Hosp. 8, 1232, 1942. — *Master, A. M.*, *L. Dublin* and *H. Marks*: J. Amer. med. Assoc. 143, 1464, 1950. — *Master, A. M.*, and *J. Goldstein*: Bull. N.Y. Acad. Med. 27, 452, 1951. — *Master, A. M.*, and *H. Marks*: J. Amer. med. Assoc. 121, 1251, 1943. — *May, H.*: Med. Klin. 27, 1816, 1931. — *Mickans, V.*: Die Altersveränderungen des Blutes bei verschiedenen Lebensbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Geschlechter. Inaug.-Dissertation, München 1951. — *Miller, I.*: N.Y. St. J. Med. 41, 1631, 1941. — *Morse, W.*, and *Y. T. Beh*: Lancet 1937/I, 966. — *Neergaard, K. von*: Die katarhale Infektion als chronische Allgemeinerkrankung. Th. Steinkopff, Dresden 1939. — *Norgaard, A.*: Nord. Med. 53, 311, 1955. — *Peters, J. T.*: Münch. med. Wschr. 72, 503, 1925. — *Richter, A.*: Dtsch. Arch. klin. Med. 148, 111, 1925. — *Robinson, S.*, and *M. Brucer*: Arch. intern. Med. 64, 409, 1939; 66, 393, 1940. — *Russek, H. I.*: Amer. Heart J. 26, 398, 1943. — *Russek, H. I.*, *L. Burton* and *M. Zohman*: Amer. Heart J. 29, 113, 1945. — *Russek, H. I.*, *M. Rath, I. Miller* and *M. Zohman*: Amer. Heart J. 32, 468, 1946. — *Russek, H. I.*, and *M. Zohman*: Geriatrics 1, 113, 1946. — *Saller, K.*: Z. ges. exp. Med. 58, 683, 1928. — *Scheel, O.*: Virchow-Arch. 191, 135, 1908. — *Shock, N.*: A classified Bibliography of Gerontology and Geriatrics. Stanford Univ. California 1951. — *Symonds, B.*: J. Amer. med. Assoc. 80, 232, 1923. — *Tavastsjärna, A.*: Scand. Arch. Physiol. 21, 405, 1909. — *Thomson, R.*, and *R. E. Todd*: Lancet 1922/II, 503. — *Thonnard, N.*: Med. Klin. 27, 1155, 1931. — *Volhard, F.*: Handb. d. inn. Medizin, 2. Aufl., Bd. 6, I/II. Springer, Berlin 1931. — *Wikner*: Zit. nach *Volhard*, p. 1632. — *Wildt, H.*: Zbl. Herz- u. Gefäßkr. 4, 41, 1912. — *Willius, F. A.*: Amer. J. Med. Sci. 182, 1, 1931. — *Woley, H. P.*: J. Amer. med. Assoc. 55, 121, 1910.

Adresse des Autors: Dr. P. Holenstein, II. Medizinische Abteilung des Bürgerspitals, Basel (Schweiz).